



TITLE:

大気汚染に対する課税と土地利用規制(2)

AUTHOR(S):

鄭, 炳潤

CITATION:

鄭, 炳潤. 大気汚染に対する課税と土地利用規制(2) . 經濟論叢 1999, 163(2): 55-71

ISSUE DATE:

1999-02

URL:

<https://doi.org/10.14989/45265>

RIGHT:

經濟論叢

第163卷 第2号

第二次世界大戦期の国際決済銀行（4）	西 牟 田 祐 二	1
日韓海峡経済圏（2）	鄭 應 周	32
大気汚染に対する課税と土地利用規制（2）	鄭 炳 潤	55
女性の就業パターンに関する一考察	陳 珍 珍	72
非定常データによる 貨幣需要関数推定とその安定性	井 口 泰 秀	93

平成11年2月

京都大學經濟學會

大気汚染に対する課税と土地利用規制(2)

鄭 炳 潤

IV 競争市場の均衡解

ここでは、次善策としての土地利用規制の効果を分析するための準備段階として、上のモデルに基づいた具体的な関数形態を用いて競争市場の均衡解を求めてみよう。さて、現実的に日本の東京圏の場合産業地域の面積の割合は全体面積の8.8%にすぎないため、産業地域内での汚染の拡散もそれほど大きくないであろう。したがって、ここでは第3タイプの外部不経済を想定して分析を行うことにする¹⁾。

まず、企業の生産関数を(20)式のように定義しよう。

$$z(r_1) = A l(r_1)^\alpha s(r_1)^\beta k(r_1)^\gamma, \quad \alpha + \beta + \gamma = 1 \quad (20)$$

最適汚染税が存在しないと、企業は外部不経済に対して何も払わないで、利潤最大化を図ることになるため、企業の利潤関数 $\pi(r_1)$ は(21)式のように表せる。

$$\begin{aligned} \pi(r_1) = & (1 - t_e r_1) A l(r_1)^\alpha s(r_1)^\beta k(r_1)^\gamma \\ & - w l(r_1) - p_1(r_1) s(r_1) - p_k k(r_1) \end{aligned} \quad (21)$$

そうすると、利潤最大化の1次条件から、次の関係が得られる。

$$w(r_1) = \alpha (1 - t_e r_1) z(r_1) l(r_1)^{-1} \quad (22)$$

$$p_1(r_1) = \beta (1 - t_e r_1) z(r_1) s(r_1)^{-1} \quad (23)$$

$$p_k(r_1) = \gamma (1 - t_e r_1) z(r_1) k(r_1)^{-1} \quad (24)$$

1) 日本の東京圏の場合、特に工場の集積の多い地域に工業地域と工業専用地域が指定されている。したがって、ここでの産業地域の面積の割合はこの2つの地域の面積に基づいて計算したものである。

この関係を生産関数に代入して、CBD 地域の土地レント関数を得ることができる。つまり、

$$p_1(r_1) = A^{1/\beta} \alpha^{\alpha/\beta} \beta \gamma^{1/\beta} w^{-\alpha/\beta} p_k^{-\tau/\beta} (1-t_e r_1)^{1/\beta} \quad (25)$$

となる。また、(25)式を(22)÷(23)から得られる $w/p_1(r_1) = (\alpha/\beta)(s(r_1)/l(r_1))$ に代入することによって、労働需要式 $l(r_1)$ を求めることができる。

$$l(r_1) = A^{1/\beta} \alpha^{(\alpha+\beta)/\beta} s w^{-(\alpha+\beta)/\beta} \gamma^{1/\beta} p_k^{-\tau/\beta} (1-t_e r_1)^{1/\beta} \quad (26)$$

同じく、(25)式を、(23)÷(24)から得られる関係 $p_1(r_1)/p_k = (\beta/\gamma)(k(r_1)/s)$ に代入することによって、汚染要素の需要式 $k(r_1)$ を求めることができる。

$$k(r_1) = A^{1/\beta} \alpha^{\alpha/\beta} s w^{-\alpha/\beta} \gamma^{(\beta+\tau)/\beta} p_k^{-(\beta+\tau)/\beta} (1-t_e r_1)^{1/\beta} \quad (27)$$

ところで、均衡賃金は総労働需要と都市の総人口が等しくなるように決まる。つまり(28)式の関係から、均衡賃金が求まる。

$$\int_0^{r^*} l(r_1) dr_1 = N \quad (28)$$

この関係から均衡賃金を求めると、次のように r_* の関数として表すことができる。

$$W^*(r_*) = \alpha A^{1/(\alpha+\beta)} \theta^{\beta/(\alpha+\beta)} N^{-\beta/(\alpha+\beta)} \gamma^{1/(\alpha+\beta)} p_k^{\tau/(\alpha+\beta)} \left(\int_0^{r^*} (1-t_e r_1)^{1/\beta} dr_1 \right)^{\beta/(\alpha+\beta)} \quad (29)$$

(29)式を(25)式、(26)式、(27)式に代入して整理すると、次のように均衡土地ビッドレント式と生産要素の需要式を求めることができる。

$$p_1^*(r_1, r_*) = A^{1/(\alpha+\beta)} \beta \gamma^{1/(\alpha+\beta)} (\theta/N)^{-\alpha/(\alpha+\beta)} (1-t_e r_1)^{1/\beta} p_k^{-\tau/\beta} \left\{ \int_0^{r^*} p_k^{-\tau/\beta} (1-t_e r_1)^{1/\beta} dr_1 \right\}^{-\alpha/(\alpha+\beta)} \quad (30)$$

$$l^*(r_1, r_*) = N(1-t_e r_1)^{1/\beta} \left(\int_0^{r^*} (1-t_e r_1)^{1/\beta} dr_1 \right)^{-1} \quad (31)$$

$$k^*(r_1, r_*) = A^{1/(\alpha+\beta)} \theta^{\beta/(\alpha+\beta)} N^{\alpha/(\alpha+\beta)} \gamma^{1/(\alpha+\beta)} (1-t_e r_1)^{1/\beta} p_k^{-(\beta+\tau)/\beta}$$

$$\left(\int_0^{r^*} p_k^{-\gamma/\beta} (1-t_e r_1)^{1/\beta} dr_1 \right)^{-\alpha/(\alpha+\beta)} \quad (32)$$

次に、生産要素の需要式を生産関数に代入して、均衡生産量を求めることができる。

$$z^*(r_1, r_*) = \frac{A}{\alpha+\beta} \theta^{\beta/(\alpha+\beta)} N^{\alpha/(\alpha+\beta)} \gamma^{\gamma/(\alpha+\beta)} p_k^{-\gamma/(\alpha+\beta)} (1-t_e r_1)^{(\alpha+\gamma)/\beta} \left(\int_0^{r^*} (1-t_e r_1)^{1/\beta} dr_1 \right)^{-\alpha/(\alpha+\beta)} \quad (33)$$

次は、住居地域の均衡解を求めよう。まず効用関数を次のように定義しよう。

$$u = z^a s^b E^{-c}, \quad a, b, c > 0, \quad a = b \quad (34)$$

ここで、分析を簡単にするために、 $a=b$ を仮定している。次に、外部不経済の関数形態を簡単に(35)式のように定義しよう。

$$E(r_2; r^*) = \int_0^{r^*} \varepsilon k(r_1) \frac{r_1}{r_2} dr_1 \quad (35)$$

ここでは、1単位当たりの汚染要素の使用に対して一定量 ε の汚染物質が出ると仮定している。そうすると、この関数は、 $\partial E/\partial r_* > 0$, $\partial E/\partial r_2 < 0$, $\partial E/\partial k > 0$ の性質を持つ。(35)式に(27)式を代入し積分することによって、 E を r_2 と r_* の関数として次のように表せる。

$$\begin{aligned} E(r_2; r_*) &= r_2^{-1} r^* \int_0^{r^*} \varepsilon k^*(r_1) dr_1 \\ &= r_2^{-1} r_* \varepsilon A^{1/(\alpha+\beta)} \theta^{\beta/(\alpha+\beta)} N^{\alpha/(\alpha+\beta)} \gamma^{1/(\alpha+\beta)} p_k^{-\gamma/(\alpha+\beta)} \left(\int_0^{r^*} (1-t_e r_1)^{1/\beta} dr_1 \right)^{\beta/(\alpha+\beta)} \\ &\equiv r_2^{-1} M(r_*) \end{aligned} \quad (36)$$

ここで、 $M(r_*)$ は r_* までの汚染の総量を表すものである。

そうすると、住民は所得制約の下で、(34)式の効用を最大化する。その最大化問題は次のように表せる。

$$\max_{z, s} U(z, s, E) \quad \text{s.t.} \quad z + p_2(r_2)s = Y - t(r_2 - r_*) \quad (37)$$

そうすると、土地のビッドレント関数を次のように定義できる。

$$p_2(r_2, Z(s, u)) = \max_s \frac{Y - t(r_2 - r_*) - Z(s, u)}{s} \quad (38)$$

但し、 $Z(s, u)$ は $u = U(z, s, E)$ を z に関して解いたものである。

まず、(38)式に(34)から得られる $Z(s, u)$ を代入し、最大化問題を解くことによって、 $s(r_2)$ と $p_2(r_2)$ を次のように求められる。

$$s(r_2; r_*) = 2U^{1/a} E^{c/a} (Y - t(r_2 - r_*))^{-1} \quad (39)$$

$$p_2(r_2; r_*) = (1/4) U^{-1/a} E^{-c/a} (Y - t(r_2 - r_*))^2 \quad (40)$$

そうすると、人口制約式から均衡効用水準を求めることができる。人口制約式

$$\int_{r_*}^{r_f} n(r_2) dr_2 = \int_{r_*}^{r_f} \theta s(r_2)^{-1} dr_2 = N \quad (41)$$

に(36)を代入して解くと均衡効用水準は次のようになる²⁾。

$$U^*(r_2; r_*) = (\theta a / N)^b M(r_*)^{-c} B(r_*)^b \quad (42)$$

ここで、 $B(r_2; r_*)$ は大気汚染が産業地域から離れるほど拡散していく具合と通勤費用の変化を表すものである。また(42)式を(39)式と(40)式に代入すると、均衡ロットサイズと土地の均衡ビッドレントに関する式が得られる。

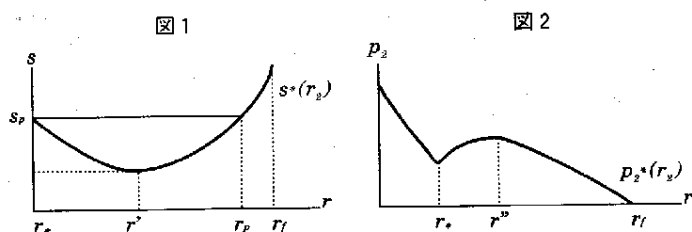
$$s^*(r_2; r_*) = (\theta / N) B(r_*) r_2^{-c/a} (Y - t(r_2 - r_*))^{-1} \quad (43)$$

$$p_2^*(r_2; r_*) = (bN / \theta) B(r_*)^{-1} r_2^{c/a} (Y - t(r_2 - r_*))^{1/a} \quad (44)$$

ここで、ロットサイズ曲線とビッドレント曲線の勾配を調べてみよう。(43)式と(44)式から分かるように外部不経済が存在するときの両曲線の勾配 $(\partial s / \partial r_2)$ と $(\partial p_2 / \partial r_2)$ はプラス、マイナス両方の値を持つことができる。図1

2) ここで、 B は次のように定義している。

$$B(r_*) = \int_{r_*}^{r_f} r_2^{c/a} (Y - t(r_2 - r_*)) dr_2$$



と図2は可能な両曲線の形を例示している。CBDの近くで均衡ロットサイズ曲線の勾配がマイナスで、ビッドレント曲線がプラスになるのは、CBDから離れるほど外部不経済の被害が減るため、その分土地に対するビッドレントが高くなるからである。このような現象は通勤費用の増加効果によって外部不経済の効果が相殺されるまで続くことになる。

図の r' と r'' は両曲線の勾配がゼロとなる r_2 を示すものであり、それぞれ次の値をもつ³⁾。

$$r' = c(Y + tr_*) / t(a + c)$$

$$r'' = c(Y + tr_*) / t(1 + c)$$

r' と r'' の式から分かるように、外部不経済が効用の減少をもたらす程度 c が大きいほど、 r' と r'' の値が大きくなる⁴⁾。

次に、(34)式と(42)式、(43)式から、 z の均衡消費量を求めると、(45)式のようなになる。

$$z^*(r_2; r_*) = a(Y - t(r_2 - r_*)) \quad (45)$$

最後に、 $p_2(r_f) = p_A(r_f) = 0$ の関係から、都市の境界 $r_f = Y/t + r_*$ となる。

3) $r' \geq r_*$ から、 $r_f \geq (a+c)r_*/c$ の関係が、そして、 $r'' \geq r_*$ からは $r_f \geq (1+c)r_*/c$ の関係が得られる。

4) これは r' と r'' を c で微分することによって確認できる。つまり、

$$\frac{\partial r'}{\partial c} = \frac{a(Y + r_*)}{t(a+c)^2} > 0, \quad \frac{\partial r''}{\partial c} = \frac{c(Y + tr_*)}{t(1+c)^2} > 0$$

である。

V 汚染要素に対する課税と土地利用規制

最適課税が課せられる場合、都市住民の効用水準が改善され得るが、実際にその税制を運営するのは莫大な情報収集の問題があるため不可能であることは前述の通りである。したがって、これからは現実的な政策として、汚染要素に課税した場合と用途地域規制や最小敷地規制を行った場合の政策効果を分析し、どの政策がもっと望ましいかを分析することにする。

1 汚染要素に対する課税

まず都市政府が単位当たりの汚染要素に対して κp_k だけの税を課した時の効果を分析してみよう。そうすると、企業はその分だけ費用が増加することになるから、そのときの企業の利潤は次のようになる。

$$\pi(r_1; \kappa) = (1 - t_e r_1) A l(r_1)^\alpha s(r_1)^\beta k(r_1)^\gamma - w l(r_1) - p_1(r_1) s(r_1) - (1 + \kappa) p_k k(r_1) \quad (46)$$

前と同じく、(46)の利潤最大化の問題から、均衡土地レント式と生産要素の需要式を求めると、(47)～(50)式のようになる。

$$w^*(r_1; r_*) = \alpha A^{1/(\alpha+\beta)} (\theta/N)^{\beta/(\alpha+\beta)} \gamma^{\gamma/(\alpha+\beta)} [(1 + \kappa) p_k]^{-\gamma/(\alpha+\beta)} \left(\int_0^{r^*} (1 - t_e r_1)^{1/\beta} dr_1 \right)^{\beta/(\alpha+\beta)} \quad (47)$$

$$p_1^*(r_1; r_*) = A^{1/(\alpha+\beta)} \beta \gamma^{\gamma/(\alpha+\beta)} (\theta/N)^{-\alpha/(\alpha+\beta)} (1 - t_e r_1)^{1/\beta} [(1 + \kappa) p_k]^{-\gamma/(\alpha+\beta)} \left\{ \int_0^{r^*} (1 - t_e r_1)^{1/\beta} dr_1 \right\}^{-\alpha/(\alpha+\beta)} \quad (48)$$

$$l^*(r_1; r_*) = N (1 - t_e r_1)^{1/\beta} \left(\int_0^{r^*} (1 - t_e r_1)^{1/\beta} dr_1 \right)^{-1} \quad (49)$$

$$k^*(r_1; r_*) = (A \gamma)^{1/(\alpha+\beta)} \theta^{\beta/(\alpha+\beta)} N^{\alpha/(\alpha+\beta)} (1 - t_e r_1)^{1/\beta} [(1 + \kappa) p_k]^{-\gamma/(\alpha+\beta)} \left(\int_0^{r^*} (1 - t_e r_1)^{1/\beta} dr_1 \right)^{-\alpha/(\alpha+\beta)} \quad (50)$$

そして、財の均衡生産量は

$$z^*(r_1; r_*) = A^{1/(\alpha+\beta)} \theta^{\beta/(\alpha+\beta)} N^{\alpha/(\alpha+\beta)} \gamma^{\tau/(\alpha+\beta)} (1-t_e r_1)^{(\alpha+\tau)/\beta} \\ [(1+\kappa)p_k]^{-\tau/(\alpha+\beta)} \left(\int_0^{r^*} (1-t_e r_1)^{1/\beta} dr_1 \right)^{-\alpha/(\alpha+\beta)} \quad (51)$$

となる。

そして、汚染税が課せられたときの外部不経済は(52)式のようにになる。

$$E(r_2; r_*, \kappa) = r_2^{-1} r^* \int_0^{r^*} \varepsilon k^*(r_1; \kappa) dr_1 \\ = r_2^{-1} r_* \varepsilon A^{1/(\alpha+\beta)} \theta^{\beta/(\alpha+\beta)} N^{\alpha/(\alpha+\beta)} \gamma^{1/(\alpha+\beta)} \\ [(1+\kappa)p_k]^{-\tau/(\alpha+\beta)} \left(\int_0^{r^*} (1-t_e r_1)^{1/\beta} dr_1 \right)^{\beta/(\alpha+\beta)} \\ \equiv r_2^{-1} G(r_2; r_*, \kappa) \quad (52)$$

ここで、 $G(r_2; r_*, \kappa)$ は前と同じく r_* までの大気汚染の総量を表すものである。

次いで、前と同じ方法で住居地域の均衡値を求めると次のようになる。

$$U^*(r_2; r_*, \kappa) = (\theta a/N)^b G(r_2; r_*, \kappa)^{-c} B(r_*)^b \quad (53)$$

$$s^*(r_2; r_*) = (\theta/N) B(r_*) r_2^{-c/a} (Y-t(r_2-r_*))^{-1} \quad (54)$$

$$p_2^*(r_2; r_*) = (bN/\theta) B(r_*)^{-1} r_2^{c/a} (Y-t(r_2-r_*))^{1/a} \quad (55)$$

(53)~(55)式から、均衡効用水準は汚染税率の関数となっているが、均衡ロットサイズや均衡ビッドレントは汚染税率と関係なく、課税がないときの均衡値と同じであることが分かる。

以上の結果を用いて、汚染税が各均衡値に与える影響を分析することができる。まず、産業地域の均衡値に与える影響を調べると次のようになる。

$$\partial w^*(r_2; r_*, \kappa) / \partial \kappa < 0 \quad (56)$$

$$\partial p_1^*(r_2; r_*, \kappa) / \partial \kappa < 0 \quad (57)$$

$$\partial l^*(r_2; r_*, \kappa) / \partial \kappa = 0 \quad (58)$$

$$\partial k^*(r_2; r_*, \kappa) / \partial \kappa < 0 \quad (59)$$

$$\partial z^*(r_2; r_*, \kappa) / \partial \kappa < 0 \quad (60)$$

以上から、汚染税の課税は労働需要には影響を及ぼさないものの、他の変数はすべて減少させることになる。労働需要が変化しないのは、課税による需要減少効果が賃金の減少による需要増大効果によって相殺されるからである。各立地点でのこのような結果は都市全体の総量変数で分析しても同じである。つまり、汚染要素に対する課税は財の総生産量と労働以外の生産要素の総需要量を減らす。ところで、このモデルでは、都市住民の所得は賃金所得しかないため、課税による賃金の低下は所得減少をもたらして、都市住民の効用にも影響を与えることになる。しかし、この論文では一貫して、都市政府が産業地域の地主のレント収入に対する租税によってそのような所得減少を補填するため、住民の所得は一定であると仮定しよう。

次は、汚染税が住居地域の外部不経済と効用水準に与える影響を分析してみよう。まず、(52)式を κ で微分した結果から汚染税は外部不経済を減らすことが分かる。

$$\partial E(r_2; r_*, \kappa) / \partial \kappa < 0 \quad (61)$$

したがって、汚染税は都市住民の効用水準の増加をもたらすことが分かる。

$$\partial U^*(r_2; r_*, \kappa) / \partial \kappa > 0 \quad (62)$$

そして、(56)式と(57)式から住居地域の均衡ロットサイズと均衡レントは汚染税が課せられても変化しないことが分かる。最後に、仮定により住民の所得は一定であるため、財の消費量も変化しなく、都市の境界 r_f も $p_2(r_f) = p_A(r_f) = 0$ の関係から、 $r_f = Y/t + r_*$ として一定である。

以上の結果から、適切な所得補助のもとでの汚染税は外部不経済の減少を通じて効用の改善をもたらすことになる。そして、住居地域の総地価は一定であるが、産業地域の総地価を減少させるため、汚染税は地主のレント収入を減らし、所得分配の改善にもなることが分かる。

2 用途地域規制

課税への反対等の理由で汚染税の運営が不可能である場合、政策担当者は CBD 地域と住居地域の境界を調整することによって外部不経済を減らそうとすることができるであろう。そして、両地域の境界を縮小するか拡大するかは、外部不経済の関数形態によって異なるであろう⁵⁾。ところで、ここでは第3タイプの関数形態を考えているため、まず、CBD 地域の縮小は外部不経済を減らすことになる。したがって、 r_* の縮小が都市の諸変数にどのような影響を与えるかを分析してみよう。(29)式から(33)までを r_* で順次に微分すると、結果は次のようになる。

$$\partial w^*(r_1; r_*)/\partial r_* > 0 \quad (63)$$

$$\partial p_1^*(r_1; r_*)/\partial r_* < 0 \quad (64)$$

$$\partial l^*(r_1; r_*)/\partial r_* < 0 \quad (65)$$

$$\partial k^*(r_1; r_*)/\partial r_* < 0 \quad (66)$$

$$\partial z^*(r_1; r_*)/\partial r_* < 0 \quad (67)$$

この結果によると、 r_* の縮小は賃金を除いて、各立地点においてのすべての変数の値を増加させることが分かる。賃金の低下は産業地域の縮小によって企業数が減るため、都市人口を完全に雇用するためには、賃金下がらなければならないからである。したがって、都市の総雇用は用途地域規制の影響を受けない。このことは、次の計算からすぐ確認できる。しかし、総雇用以外の集計変数の変化ははっきりしない。用途地域規制は各立地点での各変数の値を増加させるが、それと同時に産業地域の面積が縮小されるため、総計的な変化はこの両効果の相対的な大きさによって決まるからである。

$$\frac{\partial TL}{\partial r_*} = \frac{\partial \int_0^{r_*} l(r_1) dr_1}{\partial r_*} = \frac{\partial N}{\partial r_*} = 0 \quad (68)$$

5) 第1タイプの場合と第2タイプの場合には、外部不経済を減らすために CBD を縮小すべきか、拡大すべきかという問題が明確ではない。それは、両タイプの場合、CBD 内での汚染の拡散が関数に含められているからである。

次は、住居地域の変数に及ぼす影響を調べてみよう。

まず、外部不経済に及ぼす影響を分析するために、(36)式を r_* で微分すると、

$$\partial E(r_2; r_*) / \partial r_* > 0 \quad (69)$$

となるため、産業地域の縮小は大気汚染の総量を減らすことが分かる。

次いで、効用に及ぼす影響を調べてみよう。(42)式を r_* で微分すると、

$$\begin{aligned} \partial U^*(r_2; r_*) / \partial r_* = & (\theta a / N)^b [-cM(r_*)^{-c-1} (\partial M / \partial r_*) \\ & + bB(r_*)^{b-1} (\partial B / \partial r_*)] \geq 0 \end{aligned} \quad (70)$$

となるため、効用水準に及ぼす影響ははっきりしない。このことは、 r_* の縮小は汚染の総量の減少と汚染の拡散を大きくする反面（プラス効果）、通勤距離の増加による純所得の減少をもたらす（マイナス効果）ため、効用に対する純効果はこの両効果の相対的大きさによって決まるからである。このことは、 $\partial B / \partial r_*$ を求めることによって確認することができる。

$$\frac{\partial B}{\partial r_*} = t \int_{r_*}^{r_f} r_2^{c/b} dr_2 - r_*^{c/b} Y \geq 0 \quad (71)$$

(74)式の最初の積分式は r_* の縮小（拡大）による通勤費用の増加（減少）を表し、2番目の式は r_* の縮小（拡大）による拡散効果の増大（減少）を表すもので、 $\partial B / \partial r_*$ の符号はこの両効果の相対的大きさによって決まる。つまり、 r_* を縮小する用途地域規制は、通勤費用の増加効果が外部不経済の総量減少と拡散増大効果より大きくない限り効用の増加をもたらす。このことは、用途地域規制によって確実に効用水準を改善するためには、賃金所得に対する所得補助のみならず通勤費用に対する所得補助も必要であることを意味するものである。通勤費用の増加に対する所得補助が行われたときは、(71)式の積分式が現れないため、 $\partial U^*(r_2; r_*) / \partial r_* < 0$ となり、産業地域の縮小は効用の改善をもたらす。

均衡ロットサイズと土地レントに及ぼす影響分析も上と同じことが言える。

所得減少に対する完全な所得補助の下での政策の効果は次のようになる。

$$\partial s^*(r_2; r_*) / \partial r_* < 0 \quad (72)$$

$$\partial p_2^*(r_2; r_*) / \partial r_* > 0 \quad (73)$$

当然のことながら、純所得が変わらない場合の産業地域の縮小は住居地域の土地供給を増やすため、各立地点でのロットサイズの増加と土地レントの減少をもたらす。

しかし、完全な所得補助の下でも住居地域の総レント TP_2 に及ぼす影響ははっきりしない。したがって、都市全体の総土地レントの変化も明確ではない。

$$TP_2 = bNB(r_*) \int_{r_*}^{r_f} r_2^{c/b} (Y - t(r_2 - r_*))^{1/b} dr_2 = bNB(r_*)^{-1} C(r_*) \quad (74)$$

$$\frac{\partial TP_2}{\partial r_*} = bN \left\{ -B^{-2} \frac{\partial B}{\partial r_*} C(r_*) + B(r_*)^{-1} \frac{\partial C}{\partial r_*} \right\} \approx 0$$

いままで見たように、産業地域を縮小する用途地域規制は、所得補助と並行した場合には都市の厚生水準を改善させ得るが、都市の総土地レントに対する影響ははっきりしない。

3 最小敷地規制

図1から見られるように、外部不経済が存在する時には、両地域の境界の近くでロットサイズ曲線の勾配がマイナスになる可能性がある。その結果、外部不経済がない場合と比べて、CBD境界の近くの人口密度が大きくなる。したがって、都市政府は外部不経済からの被害を低減させるために、CBD地域近くの住居地域のロットサイズを大きくする最小敷地規制を行う可能性がある。ここでは、このような最小敷地規制がもたらす経済効果について分析することにする。

最小ロットサイズを s_p で表すと、規制下の住民の効用最大化問題は次のように表せる。

$$\begin{aligned} \max_{z, s} U(z, s, E) \quad \text{s.t.} \quad & z + p_2(r_2)s = Y - t(r_2 - r_*) \\ & s \geq s_p \end{aligned} \quad (75)$$

ここで、 s_p は政策的に決められるロットサイズである。

次いで、規制が拘束的である場合は、土地のビッドレント関数を次のように定義できる。

$$p_2(r_2; s_p) = \frac{Y - t(r_2 - r_*) - Z(s_p, u)}{s} \quad (76)$$

最小ロットサイズは均衡ロットサイズを拡大するものであるから、図1の s_p で表すことができる。 s_p に対応する立地点を r_p とすると、 r_p で $s_p = s^*(r)$ が成立するから、 s_p は次のように r_p の関数として表すことができる。

$$s_p = (\theta/N) B(r_*) r_p^{-c/a} (Y - t(r_p - r_*))^{-1} \quad (77)$$

この式を r_p で解くことはできないが、陰関数定理を利用すると r_p が r' より大きい場合には $\partial r_p / \partial s_p > 0$ の関係が得られるから、 r_p を s_p の代理変数として政策の効果を分析することができる⁶⁾

そうすると、人口制約式から規制下の効用水準 U_p を求めることができる。規制のある時の人口制約式は次のようになる。

$$\int_{r^*}^{r_p} \theta s_p^{-1} dr_2 + \int_{r_p}^{r'} \theta s(r_2)^{-1} dr_2 = N \quad (78)$$

(77)式と(37)式を利用して、(77)を積分して整理すると、規制下の効用水準が次のように求められる。

$$U_p = (1/2)^a (\theta/N)^a M(r_*)^{-c/a} G(r_p)^a = C_1 G(r_p)^a \quad (79)$$

但し、

6) $\partial r_p / \partial s_p > 0$ の関係は図1から確認できるが、次のように厳密に確認できる。(74)式を $F(s_p, r_p) = s_p - (\theta/N) B(r_*) r_p^{-c/a} (Y - t(r_p - r_*))^{-1} = 0$ と定義すると、
 $\partial r_p / \partial s_p = -(\partial F / \partial s_p) / (\partial F / \partial r_p)$
 $= (2U^{1/a} M^{c/a} (Y - t(r_p - r_*))^{-1} r_p^{-(a+c)/a} [-c/a + r_p (Y - t(r_p - r_*))^{-1}])^{-1} > 0$ 、但し、 $r_p > r'$

$$G(r_p) \equiv \left\{ \frac{1}{2} r_p^{(a+c)/a} (Y - t(r_p - r_*)) - \frac{1}{2} r_p^{c/a} r_* (Y - t(r_p - r_*)) \right. \\ \left. + 2 \int_{r_p}^{r_f} r_2^{c/a} (Y - t(r_2 - r_*)) dr_2 \right\}$$

次に、(79)式と(76)式から、次のように規制地域のビッドレント曲線を求めることができる。

$$p_p(r_p, r_p) = (N/\theta) (Y - t(r_p - r_*)) G(r_p)^{-1} r_p^{c/a} (Y - t(r_p - r_*)) \\ - (1/2) (N/\theta) G(r_p)^{-1} r_p^{2c/a} (Y - t(r_p - r_*))^2,$$

$$\text{但し, } r_* \leq r_2 \leq r_p \quad (80)$$

以上の結果に基づいて、最小ロットサイズ規制の効果を調べることができる。

まず、効用水準に及ぼす影響を調べてみよう。(79)式を s_p で微分すると、

$$\partial U_p / \partial s_p = (\partial U_p / \partial r_p) (\partial r_p / \partial s_p) \\ = C_1 a G(r_p)^{a-1} (\partial G / \partial r_p) / (\partial r_p / \partial s_p) \quad (81)$$

となるため、 $\partial U_p / \partial s_p$ の符号は $(\partial G / \partial r_p)$ の符号によって決まる。

まず G 式の $(Y - t(r_p - r_*))$ に $Y = t(r_f - r_*)$ を代入して微分すると、結果は次のようになる。

$$\partial G / \partial r_p = t(a+c) / a r_f r_p^{c/a} - t(2a+c) / a r_p^{(a+c)/a} - t c / a r_f r_p^{(c-a)/a} r_* \\ + t(a+c) / a r_p^{c/a} r_* - t r_p^{c/a} r_f + t r_p^{(a+c)/a} \quad (82)$$

ところで、仮定より、 $r_p > r' = c(Y + t r_*) / t(a+c) = c r_f / (a+c)$ であるから、 r_p を次のように表すことができる。

$$r_p = j c r_f / (a+c), \\ \text{但し, } 1 < j \leq (a+c)/c \text{ である任意の定数} \quad (83)$$

(83)式から $r_f = (a+c)/j c$ の関係が得られるから、これを(82)式に代入して整理すると、

$$\partial G / \partial r_p = (t/a j) r_p^{c/a} [(1-j)(a+c)(r_p - r_*)] < 0 \quad (84)$$

となる。

したがって、最小ロットサイズを大きくする規制は効用水準の減少をもたらすことになる。

次には、土地ビッドレントに及ぼす影響を調べてみよう。

$\partial p_p / \partial s_p = (\partial p_p / \partial r_p) (\partial r_p / \partial s_p)$ であるが、 $(\partial p_p / \partial r_p)$ の符号がはっきりしないため、全体の符号も明確に決まらない。このため、規制地域の総土地レントの変化ははっきりしない。都市全体の総土地レント (TR) は、CBD 地域の総土地レント (TR_1)、規制地域の総土地レント (TR_2)、そして非規制地域の総土地レント (TR_3) の総和であるから、次のように表せる。

$$TR = \int_0^{r^*} \theta p_1 dr_1 + \int_{r^*}^{r^p} \theta p_p dr_2 + \int_{r^p}^{r^f} \theta p_2 dr_2 \quad (85)$$

TR_1 は規制の影響を受けないから、 $\partial TR_1 / \partial s_p = 0$ であり、規制の拡大は非規制地域の面積を縮小するため、 $\partial TR_3 / \partial s_p < 0$ である。しかし、規制地域の土地レントの変化ははっきりしないため、都市全体の総土地レントに対する影響も不明確になる⁷⁾。

VI むすびにかえて

本稿での主要な結果を整理すると、次のようである。第1に、大気汚染の拡散の違いによって、最適ビグー税の内容と最適な土地配分の条件が異なること

7) TR_2 に対する微分の結果は次のようである。

$$\begin{aligned} TR_2 = & ND^{-1} r_p^{c/a} (r_f - r_p) \int_{r^*}^{r^p} (Y - t(r_2 - r_p)) dr_2 - 1/2 ND^{-1} r_p^{2c/a} (Y - t(r_p - r_p))^2 \int_{r^*}^{r^p} r_2^{-c/a} dr_2 \\ \frac{\partial TR_2}{\partial s_p} = & t^2 N \left\{ -D^{-2} \frac{\partial D}{\partial r_p} (r_f r_p^{c/a} - r_p^{(a+c)/a}) \int_{r^*}^{r^p} (r_f - r_2) dr_2 \right. \\ & + D^{-1} \left(\frac{c}{a} r_f r_p^{(c-a)/a} - \frac{a+c}{a} r_p^{c/a} \right) \int_{r^*}^{r^p} (r_f - r_2) dr_2 + D^{-1} (r_f r_p^{c/a} - r_p^{(a+c)/a}) (r_f - r_p) \left. \right\} \frac{\partial r_p}{\partial s_p} \\ & - t^2 N/2 \left\{ -D^{-2} \frac{\partial D}{\partial r_p} r_p^{2c/a} (r_f - r_p)^2 \int_{r^*}^{r^p} r_2^{-c/a} dr_2 + \frac{2c}{a} D^{-1} r_p^{(2c-a)/a} (r_f - r_p)^2 \int_{r^*}^{r^p} r_2^{-c/a} dr_2 \right. \\ & \left. - 2(r_f - r_p) D^{-1} r_p^{2c/a} \int_{r^*}^{r^p} r_2^{-c/a} dr_2 + D^{-1} r_p^{2c/a} (r_f - r_p)^2 r_p^{-c/a} \right\} \frac{\partial r_p}{\partial s_p} \end{aligned}$$

$\partial TR_2 / \partial s_p$ 式の符号を項目の順別に並べると、+、+、-、-、-、+ となるため、全体の符号が決まらない。

である。これは Kanemoto [1987] の直観的に説明した結果を証明したものである。第2に、次善策としての汚染税と用途地域規制と最小敷地規制は異なった政策的効果を持っていることである。汚染税は住居地域の他の変数には影響を及ぼさず、効用水準を改選することができるのみならず、産業地域のレント収入を減らすことによって、所得分配状態の改善ももたらす。これに対して、産業地域を縮小させる用途地域規制は、大気汚染の減少と同時に純所得の減少ももたらすため、政策によって効用水準を改善するためには所得減少に対する所得補助政策が必要となる。もし都市政府の目的が効用の増大と所得改善であれば、レント収入に対する租税を財源とする所得補助と用途地域規制はかなりの政策的メリットをもつことになる。しかし、汚染税の場合とは異なって、総土地レントに対する影響ははっきりしない。最後に、最小敷地規制の場合は効用水準を悪化させるため、大気汚染に対する政策としては望ましくない。しかも、総土地レントに対する影響も明確ではない。以上のことから、大気汚染に対する政策としては、課税の方が望ましいが、租税への反対などの理由のため、その政策の採択が不可能である場合は最小敷地規制よりは用途地域規制を取るべきであるといえよう。

しかし、この結果はいくつかの特殊な仮定の下で得られたものであるため、その説明力には限界がある。そして、実際の外部不経済は非常に多様であり、時間的に変化することもある。したがって、これらの問題をも含めたより豊富な分析が必要であるが、これに対しては別稿を期したい。

参考文献

- 阿部賢一、佐々木公明 [1995] 「ゾーニングの都市計画的及び社会経済的研究」
ARSC 研究発表大会論文。
岩田規久男他 [1992] 『都市と土地の理論』ぎょうせい。
石田頼房 [1990] 『日本近代都市計画の百年』自治体研究社。
宮尾尊弘 [1991] 『土地問題は解決できる』東洋経済新報社。
大谷幸夫 [1988] 『都市にとって土地とは何か』筑摩書房。

- Büttler, H. J. [1981] "Equilibrium of a Residential City, Attributes of Housing, and Land Use Zoning," *Urban Studies*, 18, pp. 23-39.
- Courant, P. N. [1976] "On the Effect of Fiscal Zoning on Land and Housing Values," *Journal of Urban Economics*, 3, pp. 88-94.
- Crecine et al. [1967] "Urban Property Markets : Some Empirical Results and Their Implications for Municipal Zoning," *Journal of Law & Economics*, 10, October, pp. 79-100.
- Crone, T. M. [1983] "Elements of an Economic Justification for Municipal Zoning," *Journal of Urban Economics*, 14, September, pp. 168-183.
- de Leeuw, F. [1971] "The Demand for Housing : A Review of Cross-section Evidence," *Review of Economics and Statistics*, 53, February.
- Fischel, W. A. [1975] "Fiscal and Environmental Considerations in the Location of Firms in Suburban Communities" in *Fiscal Zoning and Land Use Controls*, eds. by E. S. Mills and W. E. Oates. Lexington Books.
- Fischel, W. A. [1978] "A Property Rights Approach to Municipal Zoning," *Land Economics*, 54, 1, February.
- Fujita, M. [1989] *Urban Economic Theory*, Cambridge University Press.
- Grieson, R. E. & White, J. R. [1981] "The Effects of Zoning on Structure and Land Markets," *Journal of Urban Economics*, 10, pp. 271-285.
- Henderson, J. V. [1977 a] *Economic Theory and the Cities*, Academic Press.
- Henderson, J. V. [1977 b] "Externalities in a Spatial Context : The Case of Air Pollution," *Journal of Public Economics*, 7.
- Kanemoto, Y. & Miyao, T. [1987] *Urban Dynamics and Urban Externalities*, Ch1, Ch2, Harwood.
- Maser et al. [1977] "The Effects of Zoning and Externalities on the Price of Land : An Empirical Analysis of Monroe County, New York," *Journal of Law & Economics*, 20, April, pp. 111-132.
- Moss, W. [1977] "Large Lot Zoning, Property Taxes, and Metropolitan Area," *Journal of Urban Economics*, 4, pp. 408-427.
- Muth, R. F. [1969] *Cities and Housing*, Chicago : Univ. of Chicago Press.
- Muth, R. F. [1971] "The Derived Demand for Urban Residential Land," *Urban Studies*, 8, October.
- Ohls, J. C. et al. [1974] "The Effect of Zoning on Land Value," *Journal of Urban Economics*, 1, pp. 428-444.
- Stall, W. [1974] "Land Use Zoning in an Urban Economy," *American Economics*

Review, 64, June, pp. 337-347.

Sullivan, A. M. [1984] "Land Use and Zoning in the Central Business District,"
Regional Science and Urban Economics, 14, pp. 521-532.

White, M. J. [1975] "The Effect of Zoning on the Size of Metropolitan Areas,"
Journal of Urban Economics, 2, pp. 279-290.

Yellin, J. [1974] "Urban Population Distribution, Family Income and Social Prejudice," *Journal of Urban Economics*, 1, pp. 21-47.